

А.И. Гаврилов¹
М.В. Раскатова²
П.И. Юрченко³

СПОСОБ МОНИТОРИНГА СЛОЖНЫХ ОРГАНИЗАЦИОННЫХ СИСТЕМ

В статье рассматривается способ проблемно ориентированного мониторинга, основанный на совместном применении нечетких когнитивных карт и объектной модели, позволяющий повысить качество управления сложной системой.

Ключевые слова: сложная система, способ мониторинга, система мониторинга, когнитивная карта.

A.I. Gavrilov
M.V. Raskatova
P.I. Yurchenko

WAY OF MONITORING THE COMPLEX ORGANIZATIONAL SYSTEMS

In the given article the way of a problem-oriented monitoring is considered being based on the joint application of fuzzy cognitive maps and an object model, allowing to increase the quality of complex system control.

Keywords: complex system, method of monitoring, monitoring system, cognitive map.

Мониторинг состояния является необходимым условием для эффективного управления сложной организационно-технической системой (ОТС), т.е. сохранения основных ее качеств, достижения целей функционирования и развития.

Особенностями управления сложной ОТС являются:

– отсутствие достаточных для детерминированного управления системой знаний о составе, взаимовлиянии и поведении составляющих ее объектов;

– многообразии и противоречивости целей функционирования и развития ОТС;

– многообразии задач управления и мониторинга;

– большие объемы разноплановой информации, применяемой для решения задач управления ОТС;

– изменчивость ОТС (структуры, процессов) в ходе функционирования, требующая пересмотра целей и задач управления, а также перестройки средств управления и мониторинга.

Система мониторинга (СМ) может рассматриваться как составная часть системы управления ОТС, она обеспечивает обратную связь от управляемого объекта – ОТС – к «регулятору». Система мониторинга выполняет наблюдение за ОТС, в т.ч. регистрацию значений выходных показателей, интеграцию, анализ и интерпретацию полученной информации для последующего принятия управленческих решений. В силу указанных выше особенностей управления сложной ОТС, к СМ предъявляются следующие требования:

¹ Старший преподаватель филиала МЭИ в г. Смоленске.

² Кандидат технических наук, доцент НОУ ВПО «Российский новый университет».

³ Программист филиала МЭИ в г. Смоленске.

– возможность наблюдения за разнокачественными группами показателей ОТС, соответствующими различным целям и задачам функционирования и развития ОТС;

– оперативность сбора данных;

– достоверность данных;

– достаточность и отсутствие избыточности собираемой информации об ОТС для решения задач управления;

– адаптируемость средств СМ к новым требованиям при изменении структуры ОТС, целей и задач ее функционирования и развития.

Анализ существующих СМ (в частности, в образовательной отрасли) позволяет выделить следующие недостатки применяемых традиционных способов мониторинга сложных ОТС:

– мониторинг, выполняемый на основе полной модели данных, т.е. максимально доступного состава и объема сведений об объектах и процессах ОТС, не позволяет обеспечить оперативность сбора данных для принятия качественных решений по управлению ОТС, ведет к избыточным материальным и временным затратам в процессах сбора и хранения данных;

– мониторинг ограниченного подмножества показателей ОТС в рамках отдельных задач управления ОТС, реализуемый путем создания отдельных независимых СМ для каждой задачи, также ведет к избыточным затратам и неэффективен при решении взаимосвязанных задач, иерархии задач и т.д.

– существующие способы мониторинга не предлагают эффективных механизмов формального обоснования состава показателей мониторинга, обеспечения адаптируемости средств СМ к появлению новых целей и задач мониторинга.

С целью повышения качества управления сложной ОТС предлагается использовать способ проблемно ориентированного мониторинга, который может быть кратко сформулирован следующим образом.

Этап 1. Постановка проблемы. Декомпозиция сложной ОТС для решения задачи мониторинга выполняется в зависимости от сформулированной проблемы. Модель проблемы формализуется на основе нечеткой когнитивной карты системы (ОТС), отражающей представление экспертов о составе и взаимном влиянии наиболее существенных концептов системы в рамках сформулированной проблемы. Тип когнитивных карт выбирается экспертом (нечеткие когнитивные карты В. Силова [1], нечеткие когнитивные

карты Б. Коско [2] и др.). Также эксперт выбирает модель динамики когнитивной карты. Когнитивная модель (карта) отражает множества входных концептов (входные воздействия), целевых концептов (цели управления) и промежуточных концептов (передают входные воздействия к целям). Анализ проблемы на данном шаге может выполняться на основе нечетких когнитивных карт В. Силова [1]. Результатом анализа является карта, содержащая только существенные в рамках проблемы концепты. В рамках полученной модели проблемы могут быть выделены подмодели, соответствующие частным задачам мониторинга.

Этап 2. Формирование логической модели данных СМ. Концептуальная модель проблемы, представленная в виде когнитивной карты на этапе 1, должна быть отображена на объектную модель данных ОТС логического уровня. Концептам карты могут быть поставлены в соответствие показатели (свойства, атрибуты) объектов напрямую или через заданное функциональное преобразование. Например, концепт карты может определяться взвешенной суммой значений показателя для всех экземпляров определенного класса объектов. Таким образом, анализ нечеткой когнитивной карты проблемы позволяет выделить из полной объектной модели данных подмножество объектов, наблюдение за которыми необходимо выполнять в ходе процесса мониторинга.

Этап 3. Отображение логической модели данных на физическую среду. Объектная модель данных логического уровня может отображаться на прикладные физические модели данных множества источников информации. Источниками являются базы данных (БД) информационных систем (ИС), применяемых в ОТС, содержащие первичную информацию (факты) о значениях выходных показателей объектов ОТС. Объектная модель данных логического уровня может быть отображена как на объектные модели физического уровня (на объекты данных, реализованные в составе бизнес-логики приложений ИС), так и на реляционные модели данных, соответствующие БД ИС. Возможно использование известных способов и технологий объектно-реляционного отображения. При отсутствии необходимых источников информации для отображения объектов логического уровня ставится задача разработки средств наблюдения за соответствующими объектами ОТС.

Этап 4. Разработка компонентов СМ. В результате отображения, выполненного на этапе 3,

в составе средств СМ выделяются два подмножества компонентов: существующие в составе имеющихся в ОТС ИС или СМ, и отсутствующие, т.е. требующие разработки. Для проектирования и разработки новых компонентов применяются известные объектно ориентированные технологии. Компонент представляет собой источник данных о физическом объекте (подсистеме) ОТС, включающий средства регистрации показателей объектов, средства хранения значений показателей (БД), интерфейс для доступа к данным со стороны СМ. После завершения разработки компонентов модель данных логического уровня полностью отображена на физический уровень.

Этап 5. Конфигурирование СМ. Конфигурирование СМ заключается в формировании из множеств унаследованных и новых компонентов необходимой для мониторинга проблемы (соответствующей объектной модели логического уровня) структуры СМ. Целесообразно в рамках ОТС при создании проблемно ориентированных СМ применять единую унифицированную технологию взаимодействия распределенных компонентов, например “.NET Remoting”. Этап конфигурирования СМ может включать дополнительный шаг – разработку проблемно ориентированного интерфейса программных средств СМ, обеспечивающего прикладное представление интегрированных данных мониторинга для пользователей системы.

Этап 6. Мониторинг ОТС. Мониторинг осуществляется с использованием конфигурации СМ, соответствующей модели (нечеткой когнитивной карте) проблемы. Возможен последовательный и параллельный мониторинг множества задач и проблем в ОТС, при этом одни и те же источники данных и компоненты программных средств могут использоваться совместно различными СМ. В результате наблюдения за объектами ОТС, т.е. сбора данных, формируется (интегрируется) массив первичных показателей. Далее выполняется обработка массива первичных показателей для формирования значений концептов когнитивной карты. Обеспечивается требуемая периодичность сбора данных, определяемая временными параметрами наблюдаемых объектов и регламентом управления ОТС.

Этап 7. Анализ и интерпретация результатов мониторинга. Текущее состояние проблемы (или системы – ОТС «в рамках» проблемы) определяется множеством текущих значений концептов когнитивной карты, полученных в ходе мониторинга, и отражается в индикаторах, пред-

ставляемых СМ программным средствам регулятора системы управления ОТС и пользователям СМ. Для идентификации состояния ОТС по когнитивной карте необходимо описание состояний – формируется экспертами (в виде диапазонов значений концептов или с применением дополнительных правил для логического вывода). Функции исследования тенденций и прогноза развития процессов в ОТС могут быть вынесены за рамки СМ – в регулятор системы управления, что позволит ускорить развертывание проблемно ориентированной СМ. Исследование динамики системы выполняется на основе когнитивной карты [3]. На основании результатов мониторинга принимаются решения по управлению ОТС.

Этап 8. Коррекция когнитивной карты проблемы, модели данных СМ, модификация (развитие) средств СМ. При расхождении полученных результатов мониторинга (зависимостей, тенденций, поведения и т.д.) с первоначальными представлениями об ОТС и проблеме, формализованными экспертами в когнитивной карте, проводится коррекция карты, т.е. формализация экспертами новых знаний о проблеме. Изменения модели, связанные с внесением новых концептов, должны быть отработаны путем модификации средств СМ, т.е. требуют перехода к этапу 2. Итерации модификации СМ, выполняемые с применением описанного способа мониторинга, выполняются со значительной экономией ресурсов и в более сжатые сроки по сравнению с традиционными подходами.

Проблемно ориентированный способ мониторинга обладает следующими преимуществами.

1. Способ позволяет осуществлять мониторинг взаимосвязанных задач управления ОТС, ориентированных на общие или различные цели в рамках общей проблемы. Повышается качество решения задач, снижаются затраты на реализацию СМ за счет возможности решения нескольких задач средствами единой СМ.

2. Применение нечетких когнитивных моделей проблемы дает возможность формализовать и автоматизировать задачу выбора показателей мониторинга.

3. Способ дает возможность построения иерархических когнитивных моделей, связывающих различные цели ОТС на более высоком уровне или детализирующих отдельные концепты, и реализации соответствующих иерархических СМ.

4. Применение иерархии моделей (с возможностью взаимного отображения) для обеспе-

чения концептуального, логического проектирования и физической реализации средств СМ (рис. 1) позволяет сформировать модельное и методическое обеспечение полного технологического цикла создания СМ, сократить затраты на проектирование, разработку, конфигурирование и внедрение средств СМ.



Рис. 1. Иерархия и взаимное отображение применяемых моделей

5. Способ позволяет выполнять оценку состояния ОТС на основе данных мониторинга с использованием модели, общей для этапов постановки задачи мониторинга и анализа полученных данных.

Литература

1. Силов, В.Б. Принятие стратегических решений в нечеткой обстановке. – М. : ИНПРОРЕС, 1995.
2. Kosko, B. Fuzzy cognitive maps // Int. Journal of Man-Machine Studies. – 1986. – V. 24. – P. 65–75.
3. Борисов, В.В., Бычков, И.А., Федурлов, А.С. и др. Компьютерная поддержка сложных организационно-технических систем. – М. : Горячая линия – Телеком, 2002.